

# KETERDAPATAN MINERAL LEMPUNG SMEKTIT YANG MEMPUNYAI SIFAT PLASTISITAS TINGGI DI PERAIRAN CIREBON, JAWA BARAT

## THE OCCURENCE OF HIGH PLASTICITIES SMECTITE CLAY MINERAL ON CIREBON WATERS, WEST JAVA

Purnomo Raharjo dan Lili Sarmili

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Junjuran 236, Bandung-40174, Indonesia.  
Email: uwemgi@gmail.com

Diterima : 27-01-2016, Disetujui : 18-05-2016

### ABSTRAK

Salah satu masalah dalam pembangunan infrastruktur di atas tanah lempung adalah sifatnya yang mengembang (*swelling*). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui sifat fisik dan keteknikan tanah lempung di perairan Cirebon. Metode penelitian meliputi pemboran, besar butir, analisis mineral dan uji Atterberg. Hasil analisis ukuran butir dari contoh tanah tidak terganggu didominasi oleh lempung, sedangkan mineral lempungnya menunjukkan jenis smektit yang lebih banyak dari pada kaolinit. Kaolinit dan montmorilonit mempunyai kadar air yang tinggi. Nilai plastisitasnya tinggi sampai sangat tinggi dengan nilai aktifitas di atas 0,5. Berdasarkan hasil uji Atterberg plastisitas Index lempung dengan nilai  $>17$  dapat dikategorikan bersifat plastisitas tinggi dan kompak (*High Plasticity and cohesive*).

**Kata kunci :** Mineral smektit, plastisitas tinggi, uji Atterberg, analisis mineral lempung, perairan Cirebon.

### ABSTRACT

*One of the problems in the construction of infrastructure on top of clay is that it is expanding (swelling). The research objective was to determine the physical and engineering properties of clay in the waters of Cirebon. Methods of research include drilling, grain size analyses, mineral analysis and Atterberg test. The results of the analysis of the grain size of the sample undisturbed soil dominated by clay which are indicated and dominated by smectite rather than kaolinite. Kaolinite and monmorilonite are high in water content. The plasticity value is high to very high with activity value above 0.5. Based on the results of Atterberg test, clay plasticity index with values  $>17$  can be considered to be of high plasticity and compact (High Plasticity and cohesive).*

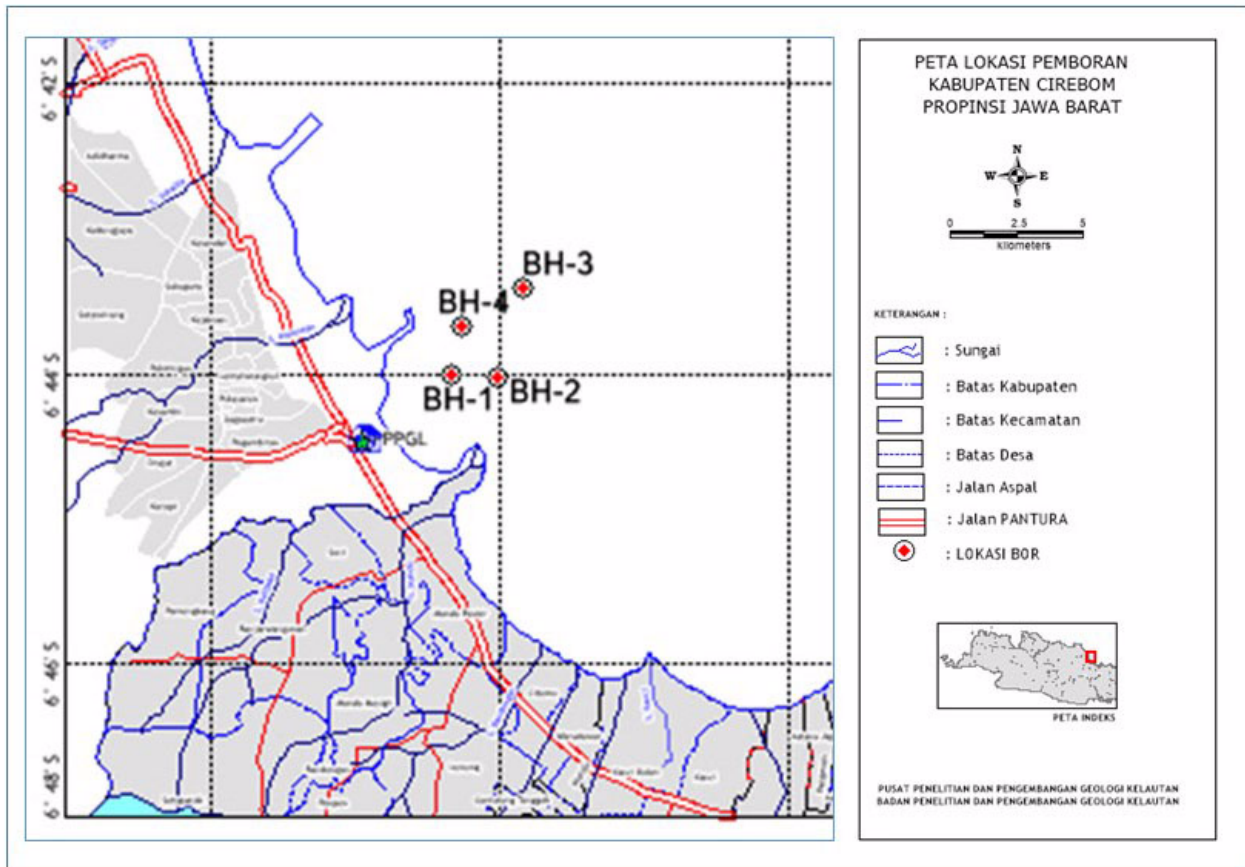
**Keywords:** smectite minerals, high plasticity, Atterberg test, clay minerals analysis, Cirebon waters.

### PENDAHULUAN

Pembangunan Infrastruktur terutama sarana dan prasarana fisik di atas tanah lempung seringkali dihadapkan kepada permasalahan lempung yang bersifat mengembang (*swelling*). Di dalam pekerjaan keteknikan, tanah-tanah lempung mengembang memerlukan perlakuan khusus untuk menanggulangi dan menghindari permasalahan yang ditimbulkan oleh keberadaannya. Lokasi studi secara administratif masuk dalam wilayah Kabupaten Cirebon dan lokasi pemboran berada di laut (Gambar 1).

Guna mendukung perencanaan dan pengembangan kawasan pesisir Kabupaten

Cirebon, maka studi mengenai sifat fisik dan keteknikan tanah lempung perlu dilaksanakan. Sifat mengembang yang dimiliki oleh tanah lempung ini sangat mempengaruhi kegiatan perencanaan bangunan teknik seperti pondasi bangunan dan jalan, maupun penentuan jenis dinding penyangga suatu pekerjaan ekskavasi permukaan dan bawah permukaan. Salah satu informasi penting yang dibutuhkan untuk perencanaan bangunan teknik dan pengembangan infrastruktur adalah mengenai sifat fisik dan potensi pengembangan tanah lempung. Dalam makalah ini contoh lempung yang mewakili dari contoh tanah tidak terganggu (*undisturbed sample*)



Gambar 1. Lokasi daerah penyelidikan dan lokasi pemboran (Raharjo, 2005)

dijadikan studi kasus yaitu berasal dari lubang bor BH 1, BH 2, BH 3 dan BH 4.

## GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Daerah penelitian dan sekitarnya sebelumnya telah dipetakan oleh P.H. Silitonga, M. Masria dan N. Suwarna (1996) yang menghasilkan Peta Geologi Lembar Cirebon dengan skala 1 : 100.000 (Gambar 2). Di bawah ini akan dibahas secara ringkas stratigrafi regional daerah penelitian dari tua ke muda berdasarkan hasil pemetaan.

### Endapan Pantai

Lumpur hasil endapan rawa, lanau, serta lempung kelabu yang mengandung cangkang kerang hasil pengendapan di sekitar pantai. Tebal endapan ini mencapai beberapa meter.

### Aluvium

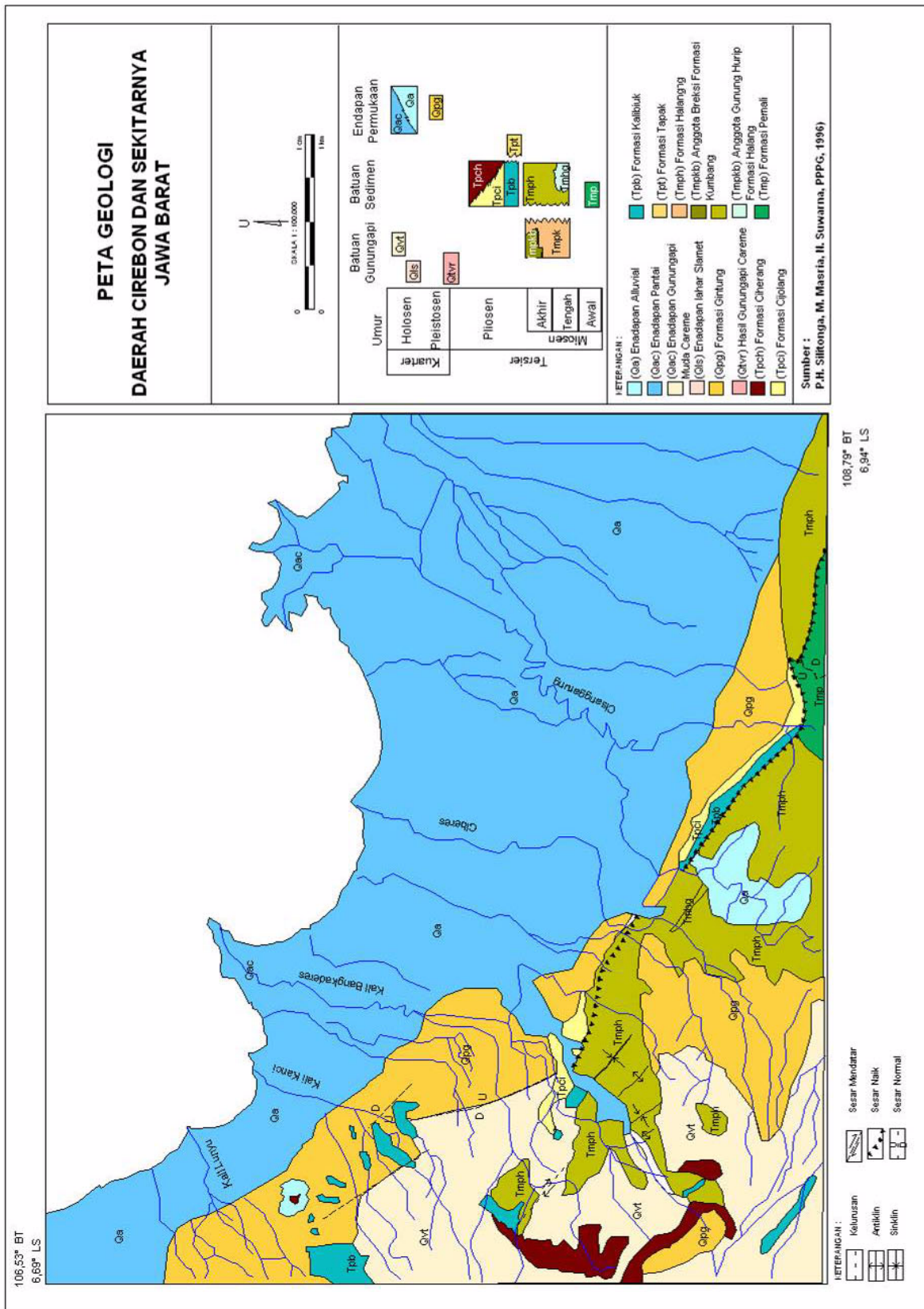
Kerikil, pasir, dan lempung yang berwarna kelabu, terendapkan sepanjang dataran banjir sungai dengan ketebalan mencapai 5 meter.

## Geologi Kuarter Daerah Penelitian

Endapan kuarter daerah penelitian telah dipetakan oleh Sumanang H, dkk, 1997 yang secara umum dibagi atas endapan fluviatil dan endapan marin. Secara ringkas endapan Kuarter daerah penelitian dibagi menjadi :

1. Endapan pematang pantai di atas endapan dekat pantai/laut dangkal.
2. Endapan dataran banjir di atas endapan dekat pantai/laut dangkal.
3. Endapan dataran banjir di atas endapan pematang pantai/di atas endapan rawa bakau/endapan dekat pantai.

Endapan dataran banjir berupa lempung pasiran, agak pejal, bersifat lanauan, kadang-kadang humusan. Endapan pantai dan pematang pantai berupa pasir dan pasir lanauan, terpilah baik, berlapis, mengandung cangkang kerang. Endapan rawa bakau berupa lempung (lanauan) mengandung humus tipis dan gambut, berselang-seling lempung. Endapan dekat pantai/laut dangkal berupa lempung, lengket, getas, selang-seling lanauan dan pasir halus, abu-abu kebiruan, dan mengandung kerang cangkang.



Gambar 2. Peta geologi daerah studi dan sekitarnya (Modifikasi P.H. Silitonga 1996)

Untuk mengetahui hubungan antara lapisan sedimen hingga laut lepas dilakukan korelasi data pemboran BH-1 berada dekat pantai dan BH-3 pada laut lepas (Gambar 3). Korelasi litologi hasil pemboran jika dibandingkan dengan geologi regional daerah penelitian (Silitonga dkk., 1996), dapat ditafsirkan bahwa lapisan sedimen bagian atas dari kedalaman 0 m hingga 24,45 m dengan kepadatan relatifnya agak kaku (stiff) merupakan endapan pantai. Hasil penentuan umur sedimen permukaan dasar laut berdasarkan dating  $^{210}\text{Pb}$  setiap 3 cm dari ketebalan 0-18 cm adalah 9,371-115,207 tahun dapat dikatakan sedimen permukaan dasar laut merupakan sedimen baru atau berumur Resen (Raharjo P, 2006). Sedimen bagian bawahnya dari kedalaman 24,00 m hingga 41,00 m dengan kepadatan relatifnya sangat kaku (very stiff) hingga keras (hard). Jika dibandingkan dengan geologi regional daerah penelitian, dapat ditafsirkan merupakan bagian dari Formasi Gintung berumur Plistosen Tengah hingga Akhir. Secara keseluruhan sedimen di daerah penelitian merupakan endapan Kuartar. Tanah lempung ekspansif dapat menyebabkan kerusakan yang signifikan pada infrastruktur seperti jalan raya, jalan rel, tanggul, lapangan terbang, dan infrastruktur lain. Sebagian dari tanah lempung ekspansif ini mempunyai sifat yang kurang baik diantaranya, kuat geser yang rendah, plastisitas yang tinggi, kemampuan kembang dan susut yang tinggi, serta perubahan volume atau kemampatan yang tinggi (Adelina M F, 2016). Kondisi tanah di Indonesia sangat bervariasi ditinjau dari segi kemampuan dukungannya. Tanah merupakan salah satu material yang memegang peranan penting dalam konstruksi atau pondasi, sehingga diperlukan tanah dengan sifat-sifat teknis yang memadai. Dalam kenyataannya sering dijumpai sifat tanah yang tidak memadai, misalnya kompresibilitas, permeabilitas, maupun plastisitasnya (Setyowati A, 2014).

## METODA

### Pemboran Teknik

Pemboran teknik dilaksanakan untuk mendapatkan contoh tanah asli dan tanah tidak asli yang dilaksanakan pada dua lokasi terpilih di laut. Contoh sedimen atau tanah yang diambil merupakan contoh terganggu (*disturbed sample*) dan contoh tidak terganggu (*undisturbed sample*). Diharapkan dari data pemboran ini akan didapat informasi selengkap-lengkapinya meliputi keadaan geologi, sifat fisis dan mekanis yang dapat

ditentukan baik melalui proses penyelidikan langsung maupun test laboratorium.

### Atterberg Test

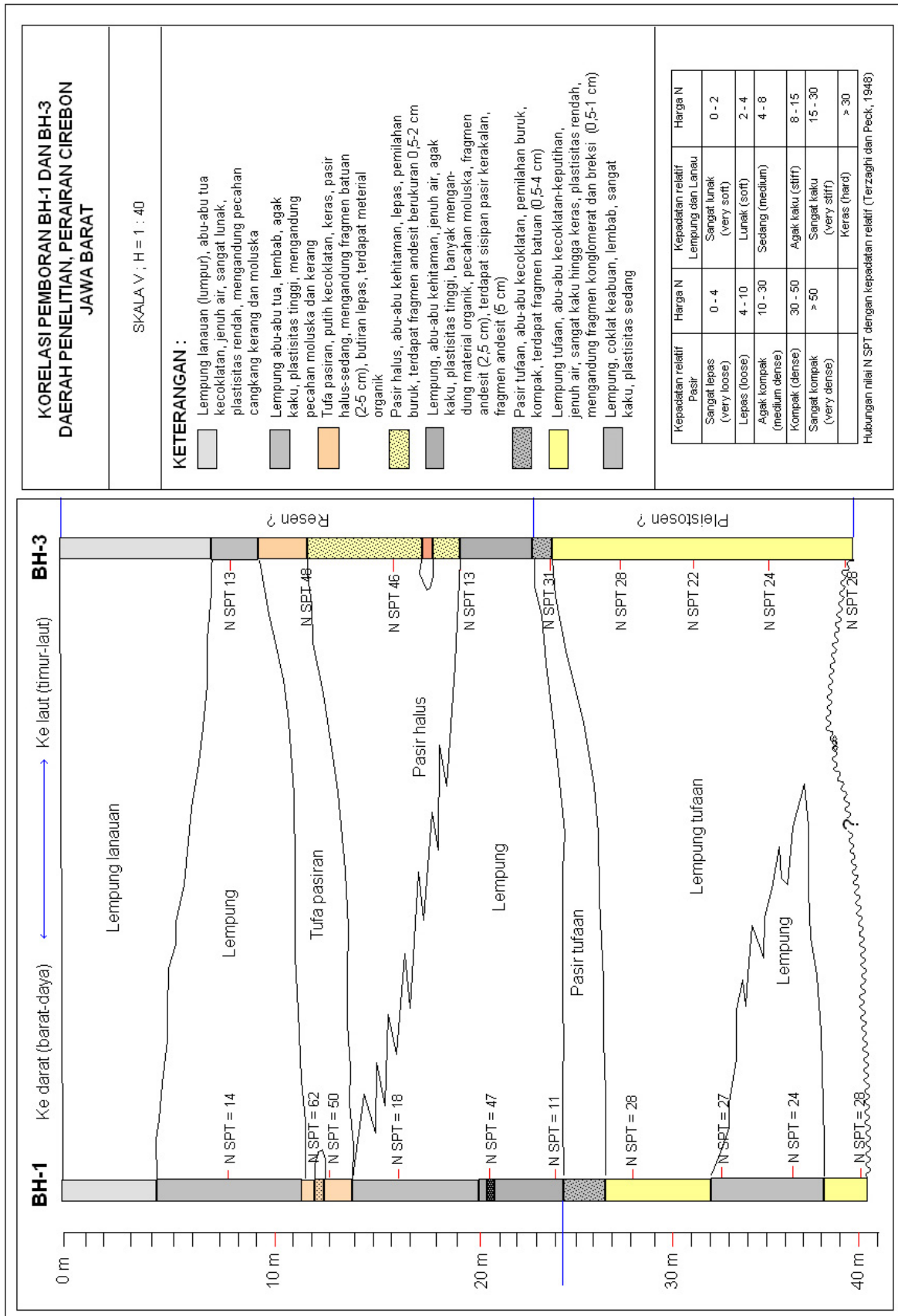
Konsistensi dan plastisitas dari tanah lempung dan tanah-tanah kohesif lainnya sangat dipengaruhi oleh kadar air tanahnya, tanah mungkin akan berbentuk cair, plastisitas, semi padat atau padat. Sifat fisik tanah seperti batas Atterberg sangat tergantung dari kadar air, jenis tanah dan jenis mineral lempung. Untuk menentukan batas Atterberg tersebut (*Liquidity Index, Plasticity Limit, Plasticity Index, Liquidity Limit, Shrinkage Limit*), dilakukan test laboratorium dengan prosedur uji yaitu ASTM D-2937-76, D-4318.

### Analisis Mineral Lempung

Untuk mengidentifikasi mineralogi karakteristik mineral lempung dalam batuan yang diteliti, digunakan 2 (dua) jenis analisis meliputi analisis SEM (Scanning Electron Microscope) - EDX (Yuliyanti A, 2013). Pelapukan akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok pertikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0.002 mm, yang disebut mineral lempung. Tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Mineral utama pembentuk tanah kembang susut adalah Montmorillonite, Illite, dan Kaolinite. Ketiga mineral tersebut membentuk kristal Hidro Aluminium Silikat ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot k\text{H}_2\text{O}$ ), namun demikian ketiga mineral tersebut mempunyai sifat dan struktur dalam yang berbeda satu dengan lainnya (Djamaluddin A R, 2015). Analisa tanah lempung berdasarkan Scanning Electron Microscope (SEM) dimaksudkan untuk mengidentifikasi mineral lempung tersebut. Preparasi contoh tanah dilakukan di laboratorium dengan pemecahan contoh sesuai pecahan aslinya untuk mendapatkan mikrostruktur dari contoh aslinya. Contoh/benda uji dimasukkan ke dalam SEM (JSM-35 C), untuk dilakukan pemotretan.

### Klasifikasi Potensi Mengembang Dari Indeks Sifat Fisik Tanah Lempung

Beberapa metoda dan bentuk pengujian telah dikembangkan untuk mengidentifikasi tingkat pengembangan tanah seperti yang dijelaskan dalam Holtz & Kovacs (1981). Cara yang dipergunakan sebagai studi kasus dalam makalah ini adalah pengklasifikasian metoda Gillott (1968) dengan perbandingan antara nilai prosentase fraksi halus ( $< 0.002$  mm) dan nilai Indeks Plastisitas.



Gambar 3. Korelasi pemboran antara BH-1 dan BH-3 (Raharjo P, 2006)



## HASIL

### Pemboran Teknik

Untuk mengetahui kondisi lapisan tanah/sedimen bawah permukaan telah dilakukan pemboran inti pada empat titik terpilih di lokasi rencana pengembangan dermaga di belakang kantor Puslitbang Geologi Kelautan Cirebon. Hasil yang diperoleh dari masing-masing titik pemboran yaitu BH-1 mencapai kedalaman 60.45 m; BH-2 mencapai kedalaman 60.45 m mencapai kedalaman 40 m; BH-4 mencapai kedalaman 40.45 m.

### Analisis Atterberg

Pengujian batas-batas Atterberg ini hanya dilakukan pada contoh tanah/sedimen yang memiliki prosen fraksi halus (<0.002 mm) lebih dominan serta beberapa contoh tidak terganggu karena pada fraksi kasar pengujian ini tidak dapat dilakukan. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan (Tabel 1), maka nilai batas Atterberg pada masing-masing lokasi bor dan kedalaman terpilih sebagai berikut :

Tabel 1. Persentasi ukuran butir dan nilai batas Atterberg

| No                      | Parameter              |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|-------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                         |                        | BH-1                             | (UDS 1)<br>(07.00-07.50)         | (UDS 2)<br>(11.00-11.50)         | (UDS 3)<br>(16.00-16.50)         | (UDS 4)<br>(20.00-20.50)         | (UDS 5)<br>(32.00-32.50)         |
| 1                       | <b>Ukuran Butir</b>    |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|                         | Fraksi halus (%)       | 91,46                            | 93,24                            | 91,79                            | 50,62                            | 90,96                            | 67,50                            |
|                         | Fraksi kasar (%)       | 6                                | 6                                | 8                                | 49                               | 3                                | 32                               |
|                         | Klasifikasi tanah      | CH                               | CH                               | CH                               | CL                               | CH                               | CH                               |
|                         | <b>Atterberg</b>       |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|                         | Batas Cair (LL)        | 110,14                           | 89,85                            | 89,09                            | 42,52                            | 85,86                            | 58,56                            |
|                         | Batas Plastisitas (PL) | 38,66                            | 34,70                            | 31,42                            | 23,71                            | 28,31                            | 29,63                            |
| Indeks Plastisitas (PI) | 71,48                  | 55,16                            | 57,67                            | 18,82                            | 57,55                            | 28,93                            |                                  |
| 2                       | <b>BH-2</b>            | <b>(UDS 1)<br/>(04.10-04.50)</b> | <b>(UDS 2)<br/>(08.00-08.50)</b> | <b>(UDS 3)<br/>(12.00-12.50)</b> |                                  |                                  |                                  |
|                         | <b>Ukuran Butir</b>    |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|                         | Fraksi halus (%)       | 99,20                            | 95,15                            | 94,48                            |                                  |                                  |                                  |
|                         | Fraksi kasar (%)       | 1,00                             | 4,00                             | 5,00                             |                                  |                                  |                                  |
|                         | Klasifikasi tanah      | CH                               | CH                               | CH                               |                                  |                                  |                                  |
|                         | <b>Atterberg</b>       |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|                         | Batas Cair (LL)        | 117,77                           | 85,84                            | 81,99                            |                                  |                                  |                                  |
| Batas Plastisitas (PL)  | 38,81                  | 34,42                            | 33,47                            |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Indeks Plastisitas (PI) | 78,96                  | 51,43                            | 48,52                            |                                  |                                  |                                  |                                  |
| 3                       | <b>BH-3</b>            | <b>(UDS 1)<br/>(08.00-08.50)</b> | <b>(UDS 2)<br/>(20.00-20.50)</b> | <b>(UDS 3)<br/>(28.00-28.50)</b> | <b>(UDS 4)<br/>(32.00-32.50)</b> | <b>(UDS 5)<br/>(36.00-36.50)</b> | <b>(UDS 6)<br/>(40.00-40.50)</b> |
|                         | <b>Ukuran Butir</b>    |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|                         | Fraksi halus (%)       | 97,90                            | 90,26                            | 94,73                            | 96,22                            | 95,05                            | 75,80                            |
|                         | Fraksi kasar (%)       | 2                                | 10                               | 5                                | 4                                | 5                                | 24                               |
|                         | Klasifikasi tanah      | CH                               | CH                               | CH                               | CH                               | CH                               | CH                               |
|                         | <b>Atterberg</b>       |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|                         | Batas Cair (LL)        | 91,24                            | 71,75                            | 64,69                            | 62,58                            | 70,15                            | 76,32                            |
| Batas Plastisitas (PL)  | 33,55                  | 30,79                            | 28,79                            | 29,84                            | 28,23                            | 29,05                            |                                  |
| Indeks Plastisitas (PI) | 57,69                  | 40,96                            | 36,10                            | 32,74                            | 41,92                            | 47,27                            |                                  |
| 4                       | <b>BH-4</b>            | <b>(UDS 1)<br/>(08.00-08.50)</b> | <b>(UDS 2)<br/>(52.00-52.50)</b> | <b>(UDS 3)<br/>(56.00-56.50)</b> |                                  |                                  |                                  |
|                         | <b>Ukuran Butir</b>    |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|                         | Fraksi halus (%)       | 86,49                            | 98,82                            | 98,87                            |                                  |                                  |                                  |
|                         | Fraksi kasar (%)       | 10,00                            | 1,00                             | 1,00                             |                                  |                                  |                                  |
|                         | Klasifikasi tanah      | CH                               | CH                               | CH                               |                                  |                                  |                                  |
|                         | <b>Atterberg</b>       |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |
|                         | Batas Cair (LL)        | 78,90                            | 90,77                            | 86,07                            |                                  |                                  |                                  |
| Batas Plastisitas (PL)  | 29,96                  | 32,72                            | 33,30                            |                                  |                                  |                                  |                                  |
| Indeks Plastisitas (PI) | 48,94                  | 58,05                            | 52,77                            |                                  |                                  |                                  |                                  |

### Nilai Batas Cair (LL)

Nilai batas cair dan batas plastisitas tentunya tidak secara langsung dapat dipakai dalam perhitungan (desing). Umumnya tanah yang batas cairnya tinggi biasanya mempunyai sifat teknik yang buruk, yaitu kekuatannya rendah, "Compressibility" nya tinggi dan sulit dipadatkan (Wesley, 1977). Nilai batas cair (LL) di daerah penelitian memperlihatkan bahwa pada masing-masing kedalaman dari masing-masing titik bor bervariasi. Pada BH 1 nilai batas cair memiliki rentang 81.84 % - 117.77 %, BH 2 nilai batas cair memiliki rentang 78.90- % - 90.77 %, BH 3 nilai batas cair memiliki rentang 62.58 % - 91.24 %, BH 4 nilai batas cair memiliki rentang 42.52 % - 110.14%. Nilai batas cair ini jika dihubungkan secara empiris terhadap indeks plastisitas akan memberikan gambaran tentang klasifikasi tanah (Tabel 1).

### Nilai Batas Plastisitas (PL)

Nilai batas plastisitas (PL) di daerah penelitian berbeda dari masing-masing kedalaman, dalam hal pada BH 1 nilai batas plastisitas memiliki rentang 33.47 % - 38.81 %; BH 2 nilai batas plastisitas memiliki rentang 29.96%-33.30%; BH 3 nilai batas plastisitas memiliki rentang 28.23%-33.55%; BH 4 nilai batas plastisitas memiliki rentang 23.71 % - 38.66 %.

### Nilai Indeks Plastisitas (PI)

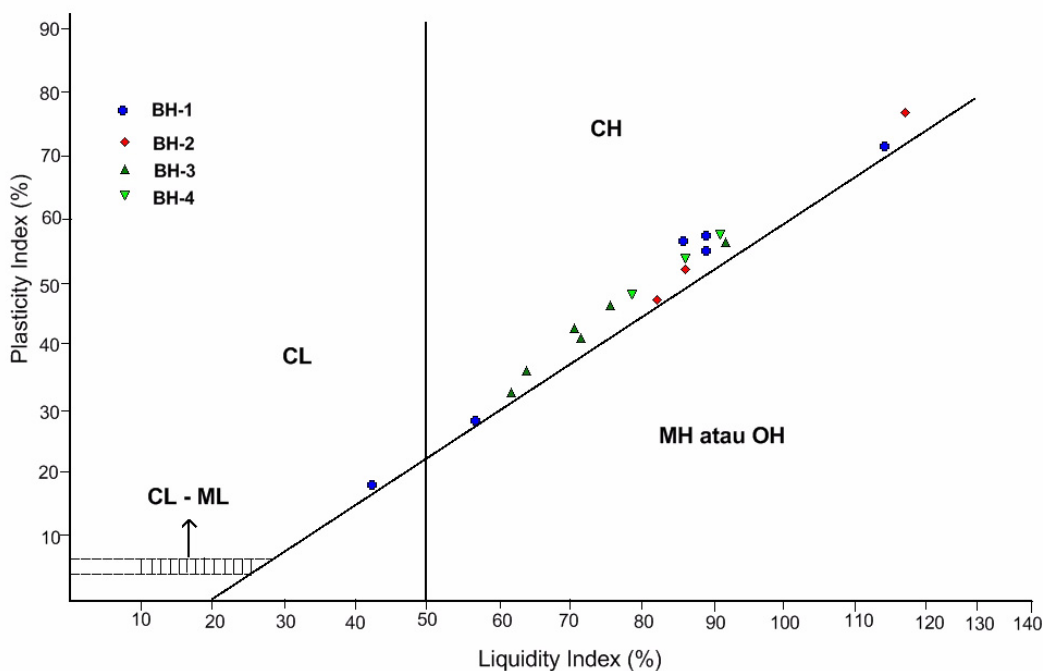
Indeks plastisitas akan merupakan interval kadar air dan tanah masih bersifat plastisitas. Oleh karena itu indeks plastisitas mencerminkan kondisi keplastisan tanah/sedimen. Apabila tanah/sedimen mempunyai interval kadar air di daerah plastisitas yang kecil, maka kondisi tanahnya disebut tanah kurus, dan sebaliknya apabila interval kadar airnya terletak di daerah dengan plastisitas besar disebut tanah gemuk Atterberg (1911) dalam Hardiyatmo, 1992 selanjutnya membagi batasan indeks plastisitas dan macam.

Nilai indeks plastisitas di daerah penelitian berbeda dari masing-masing kedalaman, dalam hal pada BH 1 nilai indeks plastisitas memiliki rentang 48.52 % - 78.96 %; BH 2 nilai indeks plastisitas memiliki rentang 48.94 % - 58.05 %; BH 3 nilai indeks plastisitas memiliki rentang 32.74 % - 57.69 %; BH 4 nilai indeks plastisitas memiliki rentang 18.82 % - 71.48 %.

Dari nilai indeks plastisitas tersebut di atas menurut *Atterberg (1911)* dapat dikatakan bahwa jenis tanah lanau/lempung (CH/OH) di daerah penelitian memiliki sifat plastisitas tinggi dan *kohesif*.

Hasil analisa laboratorium uji Atterberg tanah daerah penelitian maka diklasifikasikan berdasarkan USCS (Gambar 4) :

- BH 1 dari kedalaman 07.00 m hingga 07.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH);



Gambar 4. Klasifikasi tanah daerah penelitian berdasarkan USCS (dalam Hardiyatmo, 1992)

kedalaman 11.00 m hingga 11.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH); kedalaman 16.00 m hingga 16.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH); kedalaman 20.00 m hingga 20.50 m adalah jenis tanah lempung/Lumpur (CL) bersifat plastisitas rendah; kedalaman 32.00 m hingga 32.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH) ); kedalaman 36.00 m hingga 36.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH).

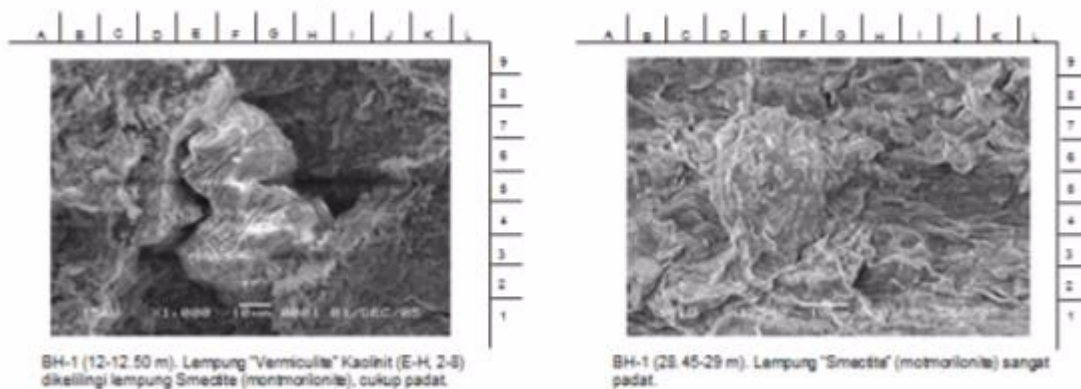
- BH 2 dari kedalaman 04.10 m hingga 04.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH), kedalaman 08.00 m hingga 08.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH); kedalaman 12.00 m hingga 12.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH).
- BH 3 dari kedalaman 08.00 m hingga 08.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH); kedalaman 20.00 m hingga 20.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH); kedalaman 28.00 m hingga 28.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH); kedalaman 32.00 m hingga 32.50 m adalah

jenis lempung plastisitas tinggi (CH); kedalaman 36.00 m hingga 36.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH); kedalaman 40.00 m hingga 40.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH).

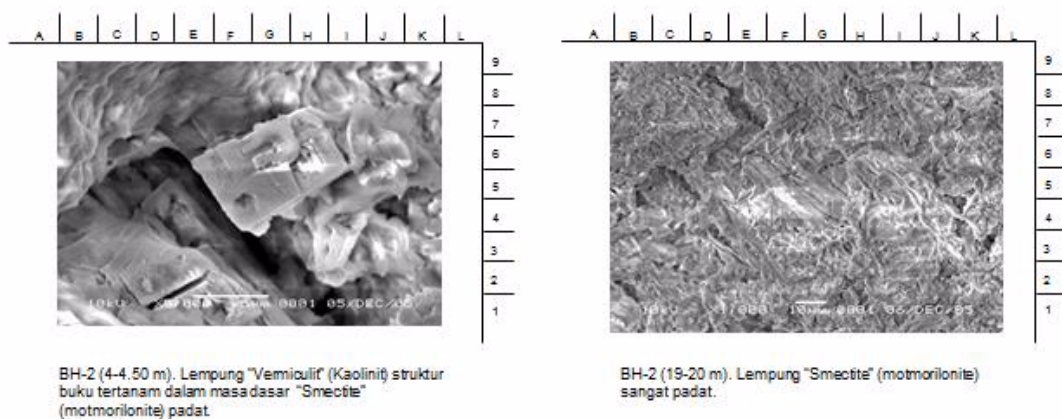
- BH 4 dari kedalaman 08.00 m hingga 08.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH); kedalaman 52.00 m hingga 52.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH); kedalaman 56.00 m hingga 56.50 m adalah jenis lempung plastisitas tinggi (CH).

## PEMBAHASAN

Indeks tanah selain ditentukan oleh proporsi berat fraksi butiran kasar dan halus, juga sangat dipengaruhi oleh jenis dan jumlah mineral lempung penyusun masa tanah. Lempung terbentuk dari batuan sedimen yang dapat berupa endapan residu ataupun endapan sedimen. Endapan residu terbentuk karena adanya pelapukan fisik dan kimia, sedangkan endapan sedimen yang terbentuk karena proses diagenesis. Mineral penyusun batuan asal yang berubah menjadi mineral lempung adalah feldspar ortoklas,

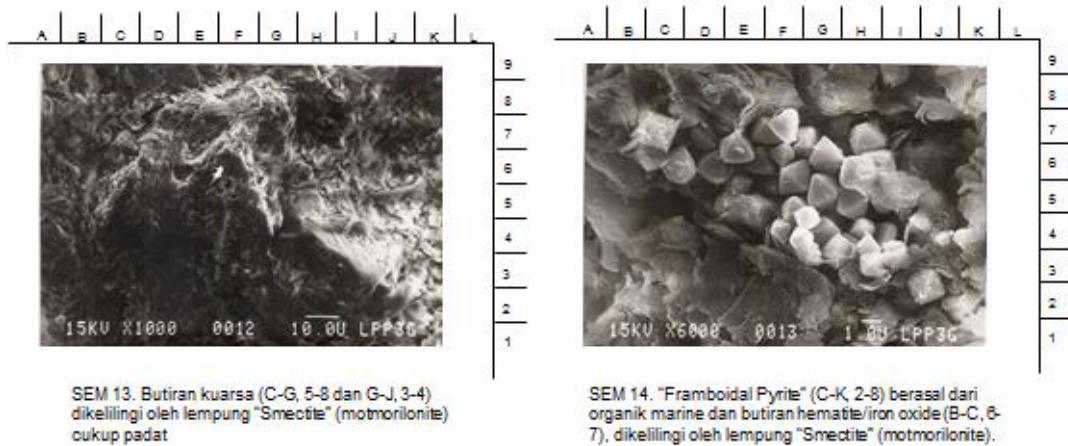


Gambar 5. Lempung kaolinit dan lempung smektit pada contoh BH-1



Gambar 6. Lempung kaolinit dan lempung smektit pada contoh BH-2





Gambar 7. Lempung kaolinit dan lempung smectite pada contoh BH-1

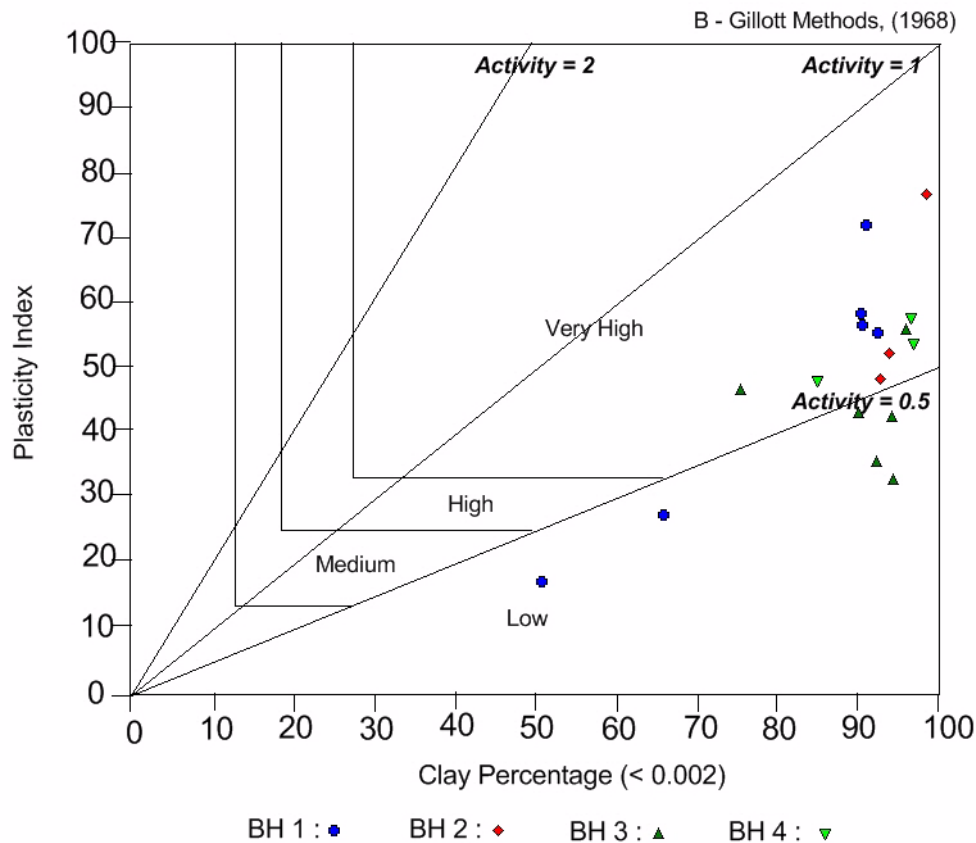
feldspar plagioklas, olivin, piroksen, amfibole, dan mika (Faturachman A, Raharjo P, 2003). Kelompok mineral lempung sulit diidentifikasi melalui pengamatan mikroskopis, karena ukuran butir mineral yang sangat halus sehingga memerlukan analisis yang mengacu pada struktur kristal dan morfologi mineral tersebut. Berdasarkan analisis SEM dari tanah/sedimen lempung di daerah penelitian unsur yang dikandung paling banyak adalah mineral smektit atau , namun hadir juga mineral vermiculite atau kaolinit (Gambar 5, 6, 7). Selain mineral lempung juga hadir mineral lain dalam jumlah yang sedikit seperti pirit, hematit (iron oxide), kalsit dan terdapat juga fosil (polen, pecahan foram). Lempung smektit umumnya tak beraturan (disaveraged), tetapi sebagian menunjukkan orientasi. Lempung ini juga kurang padat sampai cukup padat yang menandakan bahwa mineral tersebut belum mengalami pembebanan (burial) secara berarti. Lempung ini juga merupakan unsur asli selama pengendapan yang diduga berasal dari bahan vulkanik dan diendapkan di lingkungan pengaruh air laut. Lempung kaolinit (vermiculite) yang dijumpai kebanyakan berstruktur buku/book structure. Bentuk kristal kaolinit menunjukkan bahwa kaolinit merupakan bentukan sekunder atau awal diagenesis yang kemungkinan berasal dari pelapukan mineral feldspar. Terdapatnya kaolinit sering terlihat di dalam masa dasar smektit, yang berarti terbentuk setelah keberadaan masa dasar smektit itu sendiri. Hadirnya unsur lain yaitu hematite atau oksida besi (iron oxide), kalsit, fosil juga memperkuat dugaan bahwa pengaruh air laut dan bahan organik menampakkan telah terjadi reaksi biokimia dan sirkulasi udara setelah lempung diendapkan, juga kemungkinan pengendapan lempung dipengaruhi

kondisi aerobik. Kalsit dan cangkang fosil (polen, foraminifera) juga dapat diamati. Unsur ini juga memperkuat dugaan bahwa pengendapan lempung dipengaruhi kondisi air laut. Analisis mineral lempung yang ada di daerah penelitian memperlihatkan bahwa lempung smektit sangat dominan dan sangat mudah mengembang oleh tambahan kadar air sehingga tekanan pengembangannya dapat merusak struktur bangunan ringan.

#### Klasifikasi Potensi Plastisitas Tanah Lempung

Hasil plot contoh lempung di daerah penelitian pada diagram klasifikasi tingkat potensi pengembangan metoda *Gillott* (1968), memperlihatkan tingkat potensi plastisitas lempung sangat tinggi dan ada beberapa contoh tingkat plastisitasnya rendah (Gambar 8).

Pada BH-1 potensi plastisitas tinggi tanah lempung didapat dari contoh tanah UDS 1,2,3 dan UDS 5, sedangkan potensi plastisitas rendah pada contoh UDS 4 dan UDS 6. Pada BH-2 potensi mengembang tinggi tanah lempung didapat dari contoh tanah UDS 1,2,3. Pada BH-3 potensi plastisitas tinggi tanah lempung didapat dari contoh tanah UDS 1 dan UDS 6, sedangkan potensi plastisitas rendah pada contoh UDS 2,3,4,5. Pada BH-4 potensi plastisitas tinggi tanah lempung didapat dari contoh tanah UDS 1,2,3. Terjadinya pengelompokan demikian disebabkan oleh distribusi partikel halus hampir merata, khususnya jumlah fraksi lempung (< 0.002 mm), dan indeks plastisitas yang juga merata. Jumlah fraksi lempung berkisar antara 75.80% hingga 99.20%, sedangkan indeks plastisitas berkisar antara 28,93% hingga 78,96%. Dari data tersebut di atas dapat dikatakan bahwa tingkat potensi



Gambar 8. Potensi mengembang tanah lempung daerah selidikan (Gillott, 1968)

plastisitas tanah lebih didominasi oleh parameter jumlah jumlah fraksi lempung dalam tanah dan indeks plastisitas, serta aktifitas yang merupakan rasio indeks plastisitas terhadap jumlah fraksi lempung. Adapun kandungan mineral lempung seperti kaolinit tidak semestinya dipakai sebagai parameter penunjuk tingkat potensi pengembangan karena keberadaanya dapat bersamaan.

## KESIMPULAN

- Pada penyelidikan ini untuk mendapatkan contoh tanah tidak terganggu (*undisturbed sample*) dilakukan pemboran teknik. Jumlah titik pemboran ada 4 yaitu BH1, Bh 2, BH 3 dan BH 4 didapat 18 contoh tanah tidak terganggu (UDS). Terhadap contoh tanah tidak terganggu tersebut telah dilakukan analisa laboratorium berupa uji sifat indeks tanah berupa ukuran butir, uji Atterberg dan analisa mineral lempung (SEM)
- Hasil uji ukuran butir memeperlihatkan bahwa contoh tanah tidak terganggu didominasi oleh fraksi halus berkisar antara

67,50% - 99,20%, sedangkan fraksi kasar antara 1,00% - 49%

- Hasil pengelompokan atau klasifikasi tanah daerah penelitian berdasarkan USCS umumnya merupakan jenis lempung plastisitas tinggi (CH), namun ada satu contoh berupa jenis tanah lempung/Lumpur (CL) bersifat plastis rendah.
- Berdasarkan analisa SEM sedimen lempung di daerah penelitian unsur yang dikandung paling banyak adalah mineral *smectite* namun hadir juga mineral *vermiculite* atau *kaolinit*. Mineral lempung yang menyusun lempung ekspansif umumnya antara lain adalah illit, dan kaolinit.
- Hasil plot contoh lempung di daerah penelitian pada diagram klasifikasi tingkat potensi pengembangan metoda Gillott (1968), memperlihatkan tingkat potensi pengembangan lempung sangat tinggi dan ada beberapa contoh tingkat pengembangannya rendah. Tingkat potensi pengembangan tanah lebih didominasi oleh parameter jumlah jumlah fraksi lempung dalam tanah dan indeks plastisitas, serta aktifitas yang merupakan

rasio indeks plastisitas terhadap jumlah fraksi lempung.

- Keterdapatannya mineral lempung Smectite (Monmorilonit) ini diduga berkaitan erat dengan material asal vulkanik yang berada di sekitar lokasi penelitian dimana gunung api Cireme berada. Terendapkannya mineral lempung ini diduga pada saat susut laut dimana aktifitas sungai disekitar gunung api tersebut meningkat dan membawa material vulkanik dan mengendapkannya ke laut terutama pada saat genang laut dimana fraksi halus memerlukan energi rendah untuk mengendapkannya. Sedangkan keberadaan mineral kaolinit (vermiculite) sebagai mineral sekunder dari hasil pelapukan mineral Feldspar yang banyak terdapat pada batuan vulkanik di sekitar lokasi penelitian yang bersifat menengah.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Bapak Dr. Ediar Usman selaku Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan dan rekan-rekan yang telah membantu hingga selesainya tulisan ini.

#### DAFTAR ACUAN

- Adelina M. F, 2016, *Pengaruh Kadar Air Dan Persentase Stabilisasi Dengan 10% Kapur Terhadap Kekuatan Tanah*, Naskah Publikasi Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
- Djamaluddin A R, dan Hijraini Nur, 2015, *Potensi Pengembangan Dan Aktivitas Tanah Kembang Susut Yang Distabilisasi Dengan Limbah Marmar*, Jurnal Penelitian Teknik Sipil, Universitas Hasanudin.
- Faturachman A, Raharjo P, *Daya Dukung Sedimen Dasar Laut di Perairan Pelabuhan Cirebon dan Sekitarnya*, Jurnal Geologi Kelautan, 2003, vol. 1, no. 1, April 2003
- Gillott, JE., 1968. *Clay in Engineering Geology*, Elsevier Publishing Co., Amsterdam
- Hardiyatmo, H.C., 1992. Mekanika tanah 1,2.PT Gramedia pustaka utama, *Kumpulan Makalah Seminar*, 1989. Rekayasa Geo-Teknik Pada Tanah Lunak.
- Holtz, R.D. and Kovacs, W.D., 1981. *An Introduction to Geotechnical Engineering*, Prentice-Hall, New Jersey.
- P.H. Silitonga, M. Masria dan N. Suwarna (1996), *Peta Geologi Lembar Cirebon Jawa Barat*, skala 1 : 100.000, Pusat Survey Geologi, Bandung.
- Raharjo, P, Budiono, K, Faturahman, A., 2005. *Penyelidikan Potensi Sumber Daya Mineral Dan Daya Dukung Infrastruktur*, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat, Laporan, Tidak dipublikasi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung.
- Raharjo, P., 2006. *Analisis Potensi Penurunan Sedimen Kuarter Pada Lokasi Rencana Dermaga Kalijaga, Cirebon, Propinsi Jawa Barat*, Thesis Magister ITB.
- Setyowati A, 2014, *Daya Dukung Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Spent Catalyst Rcc 15 Dan Kapur*, Jurnal BENTANG 2(1).
- Sumanang, H., Mulyana, H., Hidayat, S. dan Basri, C., 1997. Peta Geologi Kuarter Lembar Muara - Cirebon, Jawa Barat, skala 1:50.000. Puslitbang Geologi, Bandung.
- Wesley L.D. 1977, *Mekanika Tanah*, cetakan VI, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Yuliyanti A, Sarah D, dan Soebowo E, 2012., *Pengaruh Lempung Ekspansif Terhadap Potensi Amblesan Tanah Di Daerah Semarang*, Riset Geologi dan Pertambangan 22(2) h. 93-104

